



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

Ciemat

Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



Unidad
de Formación



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



TECNOLOGÍAS, OPERACIÓN Y APLICACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS

23 MAYO – 03 JUNIO DE 2022

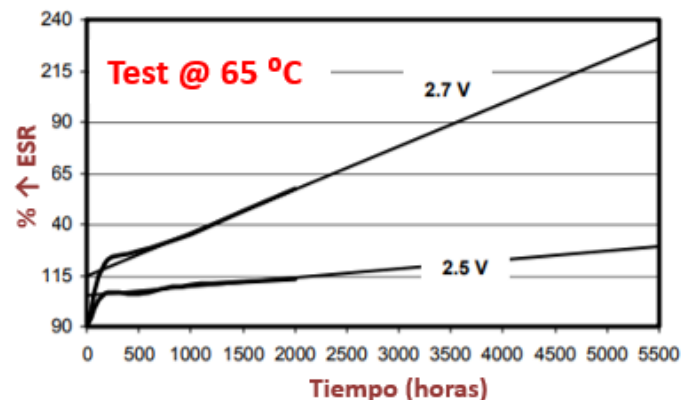
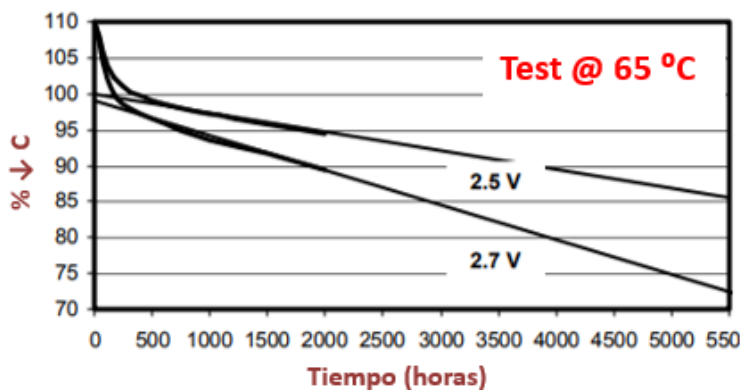
**SUPERCONDENSADORES: MODELO TÉRMICO Y DINÁMICO.
UTILIZACIÓN EN APLICACIONES. CONVERTIDORES DC/DC**

GUSTAVO NAVARRO

31 DE MAYO 2022

Envejecimiento de las celdas por Temperatura

➤ Ensayo térmico para calcular los parámetros del modelo



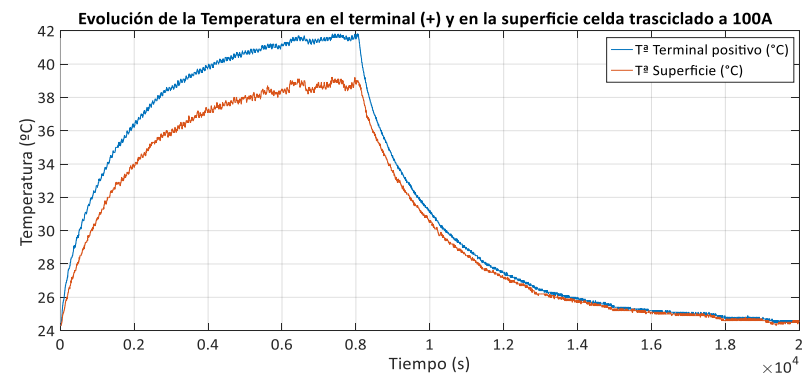
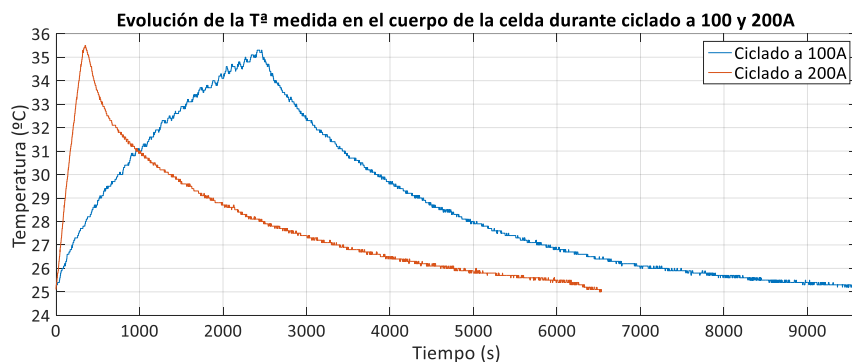
5.500h 65°C

11.000h 55 °C

22.000h 45°C

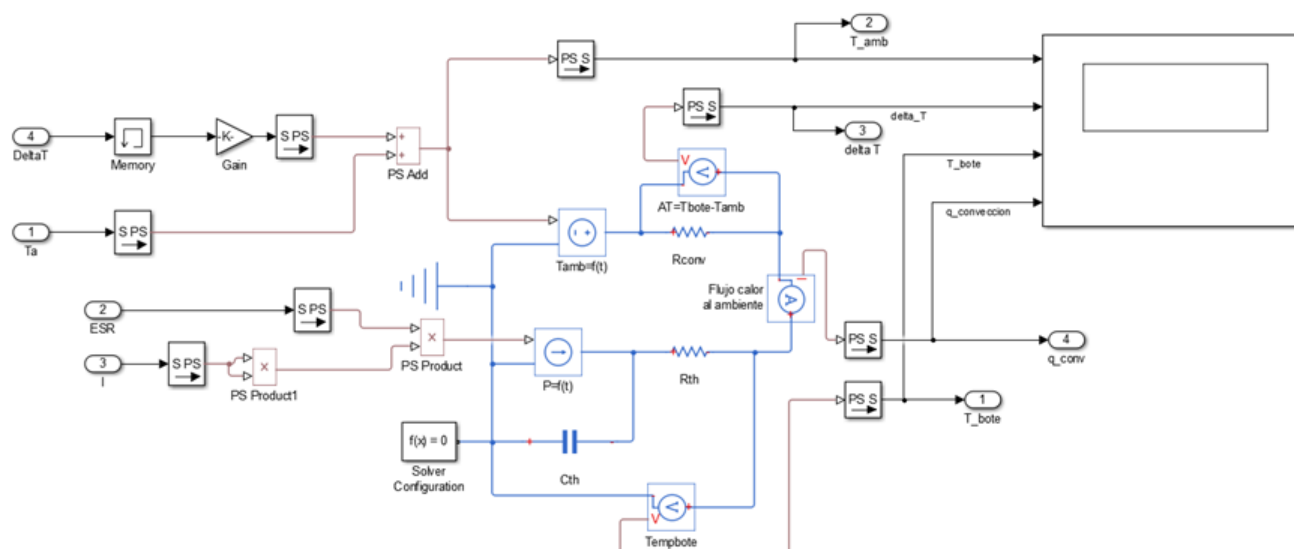
44.000h 35 °C

88.000h 25 °C



Modelo térmico de una celda de Supercondensador

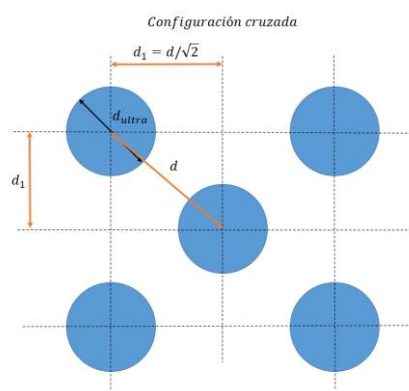
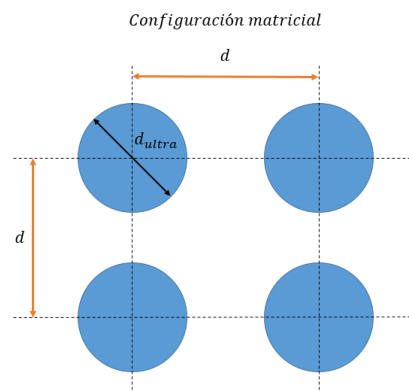
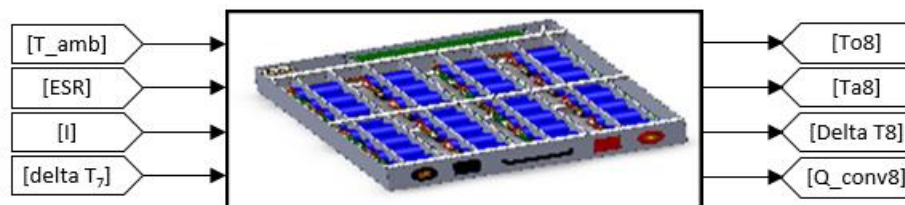
➤ Modelo en Simulink-MATLAB y valor de los parámetros



Resistencia térmica de la celda (R_{th})	3,2 °C/W
Capacidad térmica de la celda (C_{th})	650 J/°C
Altura de la celda (h_{SC})	138mm
Radio de la celda (r_{SC})	30,3mm
Área de convección de la celda ($A_{Conv SC}$)	$2 \cdot \pi \cdot r_{SC}^2 + 2 \cdot \pi \cdot r_{SC} \cdot h_{SC}$
Coefficiente de convección natural (h_{Conv})	$\cong 4^W/m^2K$
Temperatura ambiente (T^a)	23.5°C

Estudio por FEM disposición de celdas en una bandeja

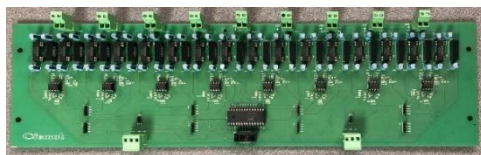
- Optimización térmica de las celdas dentro de una bandeja en un stack de SCs



Descripción de un stack real de Supercondensadores



Concerto F28M35H52C
Texas Instruments
Servidor web

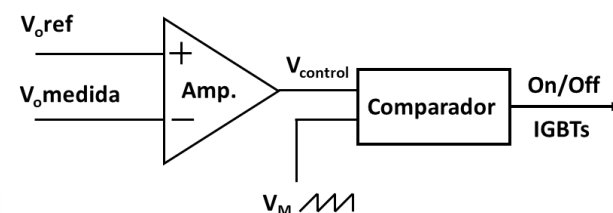


- Medida de tensión en las 256 celdas
- Medida de temperatura en 24 celdas

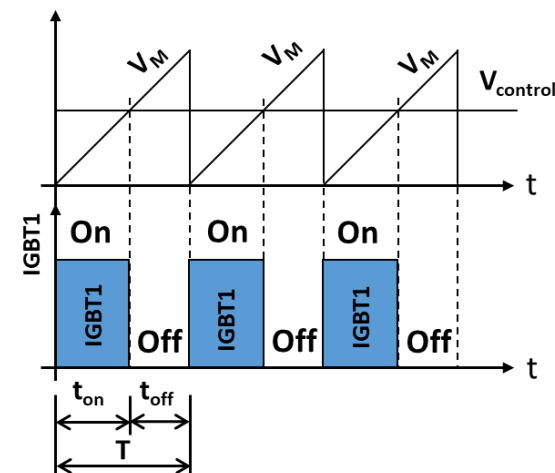
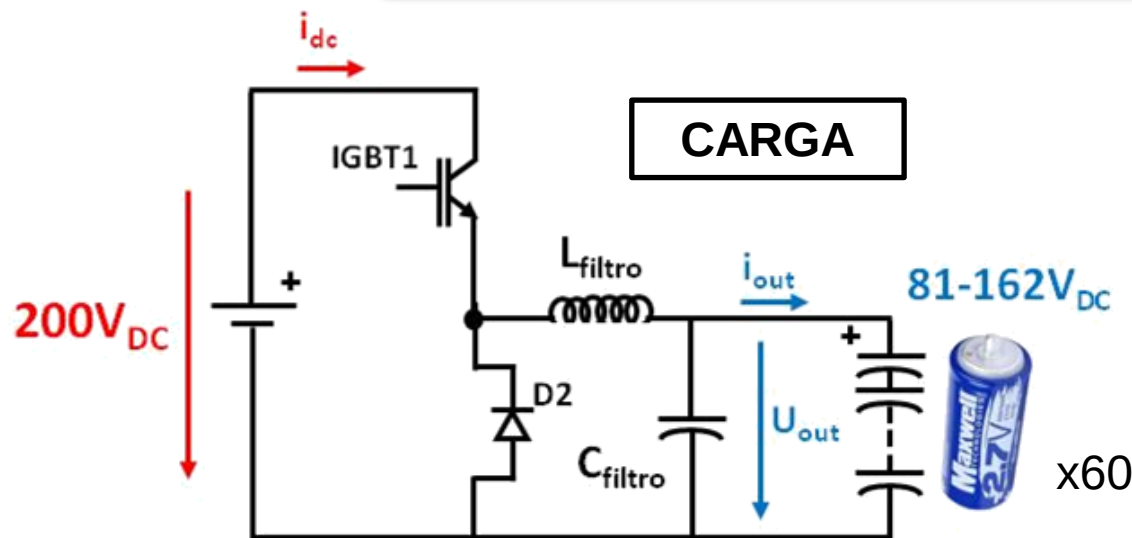
Tensión: 345.5 – 691V
Capacidad Total: 11.7F
Potencia máx. : 419,5kW
Energía: 768Wh

Convertidor de Potencia Continua-Continua (DC/DC)

- Regular la corriente de carga/descarga del supercondensador desde una etapa de tensión continua de valor constante.
- Reducir en lo posible las pérdidas del convertidor.
- Minimizar el rizado de corriente de carga descarga.



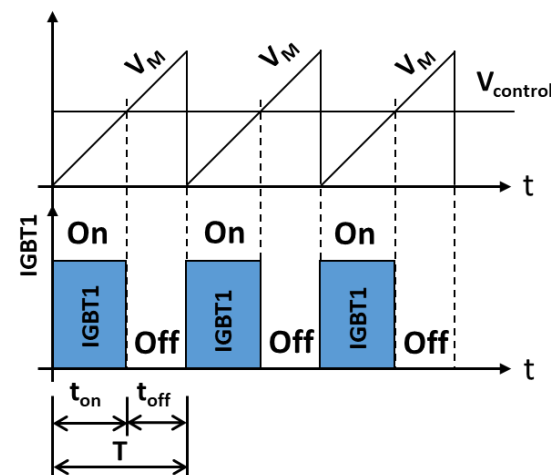
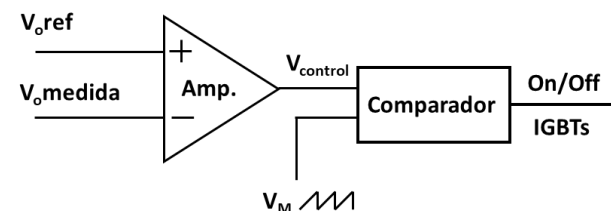
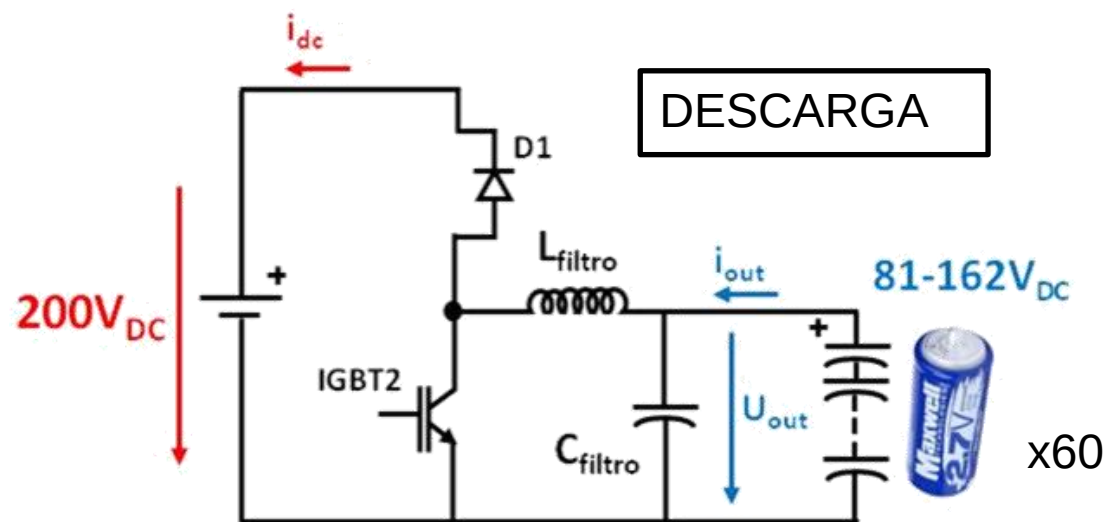
Modulación Ancho Pulso (PWM)



Convertidor de Potencia Continua-Continua (DC/DC)

- Regular la corriente de carga/descarga del supercondensador desde una etapa de tensión continua de valor constante.
- Reducir en lo posible las pérdidas del convertidor.
- Minimizar el rizado de corriente de carga descarga.

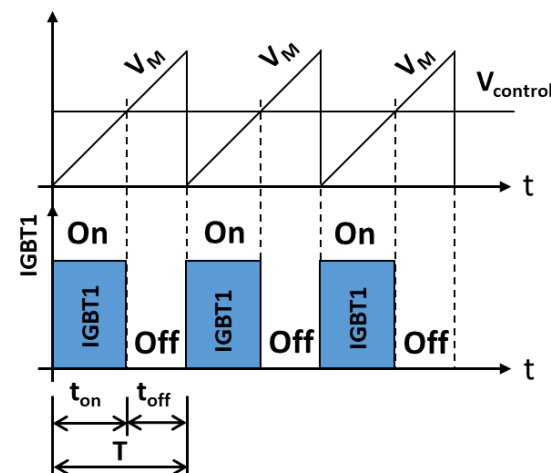
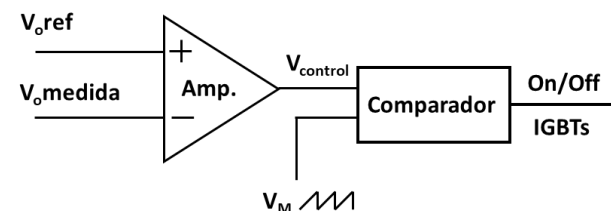
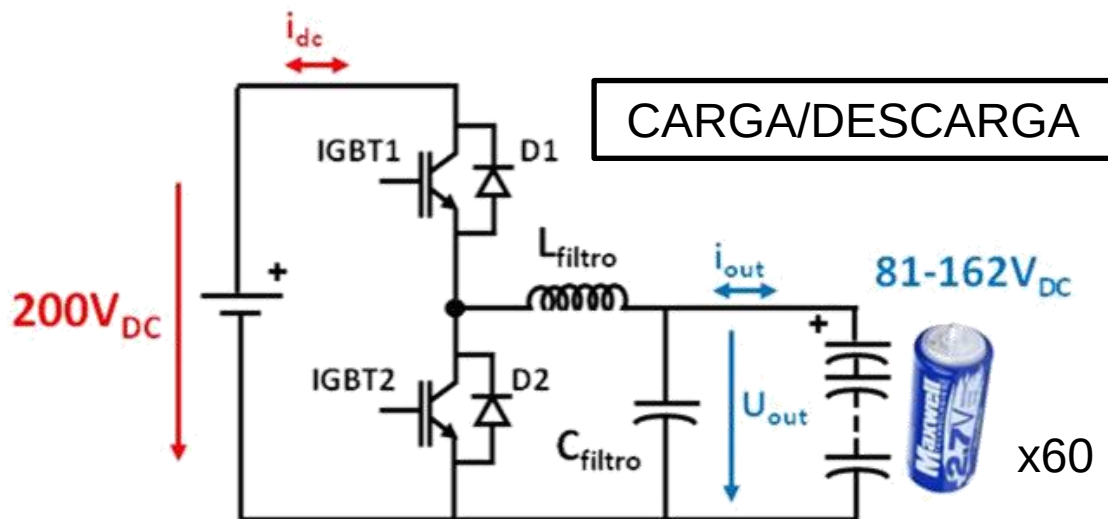
Modulación Ancho Pulso (PWM)



Convertidor de Potencia Continua-Continua (DC/DC)

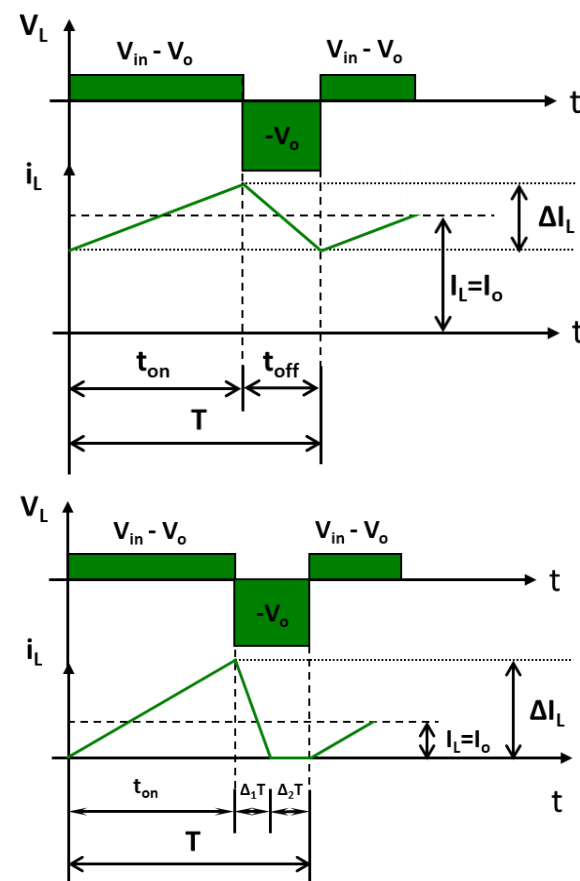
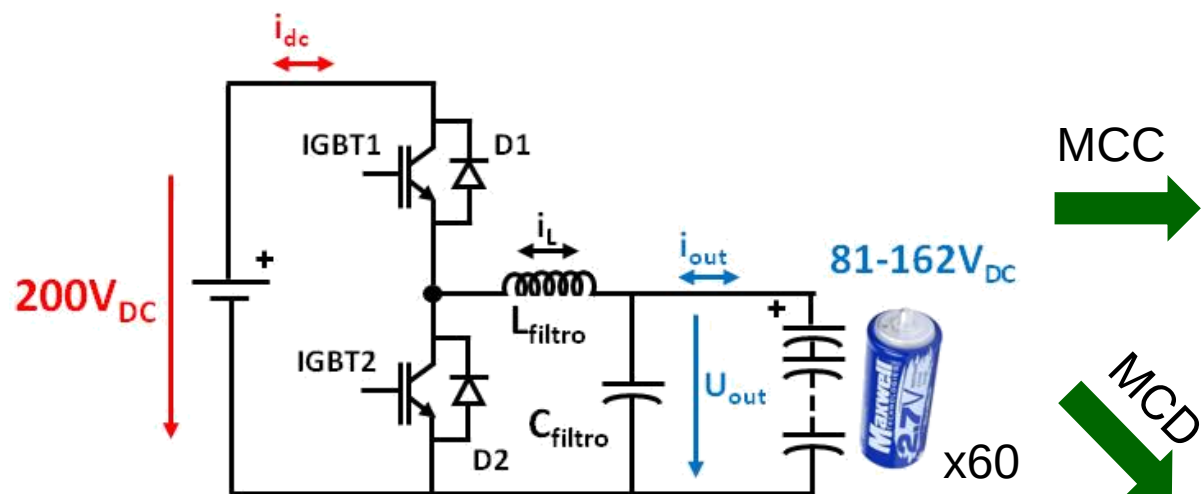
- Regular la corriente de carga/descarga del supercondensador desde una etapa de tensión continua de valor constante.
- Reducir en lo posible las pérdidas del convertidor.
- Minimizar el rizado de corriente de carga descarga.

Modulación Ancho Pulso (PWM)



Convertidor de Potencia Continua-Continua (DC/DC)

➤ Modo conducción continuo vs discontinuo

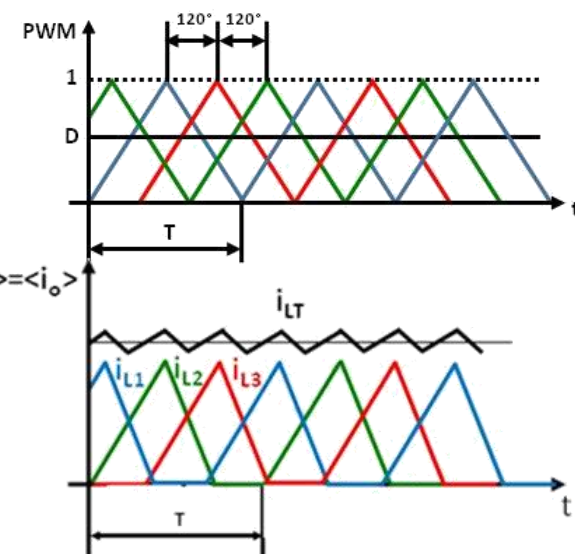
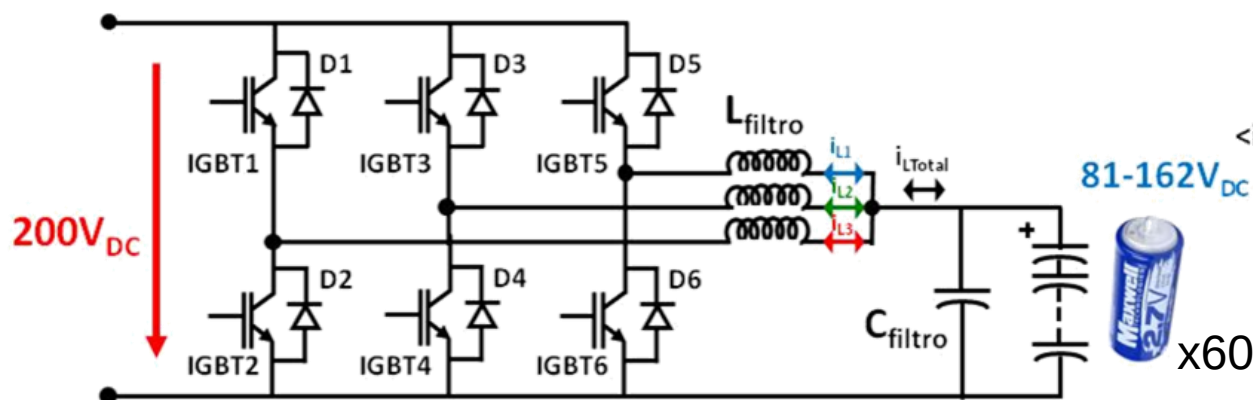


- MCC: Modo de Conducción Continua. La corriente bobina no se anula durante el ciclo de conmutación T_s .
- MCD: Modo de Conducción Discontinua. La corriente en la bobina se anula durante el ciclo conmutación T_s .

Convertidor de Potencia Continua-Continua (DC/DC)

➤ Convertidor DC/DC Interleaving de 3 ramas

- Reducción del tamaño de la bobina y del resto del convertidor.
- Reducción de la corriente por lo semiconductores y, por tanto, reducción de las pérdidas.
- Reducción del coste del convertidor.
- Mejora de la utilización de los semiconductores, de la controlabilidad del convertidor y de su respuesta dinámica.



Convertidor de Potencia Continua-Continua (DC/DC)

➤ Cálculo de pérdidas del convertidor en Simulink-MATLAB

